

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 74 23344

(54)

Condensateur électrolytique réalisé par sérigraphie.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.²). H 01 G 9/00.

(22)

Date de dépôt 4 juillet 1974, à 15 h 54 mn.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 5 juillet 1973, n. 376.499 aux noms de Richard J. Millard et David R. Poat.*

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande

B.O.P.I. — «Listes» n. 5 du 31-1-1975.

(71)

Déposant : Société dite : SPRAGUE ELECTRIC COMPANY, résidant aux États-Unis d'Amérique.

(72)

Invention de :

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Simonnot, Rinuy, Santarelli.

La présente invention concerne la réalisation de condensateurs électrolytiques solides et plus spécialement de condensateurs électrolytiques solides au tantale par formation d'une pastille poreuse de tantale sur un substrat comportant au moins une face en tantale constituant la connexion anodique.

La majorité des condensateurs au tantale à électrolyte solide sont actuellement réalisés par les opérations suivantes: compression d'une poudre fluide de tantale, avec ou sans liant, dans un moule, retrait de cette poudre du moule, frittage, formation d'un oxyde isolant, revêtement par un électrolyte solide et formation d'une contre-électrode.

Pour les usages nécessitant des densités volumiques élevées de composants, en particulier pour des ensembles à montage planaire et à circuits intégrés hybrides, on a proposé plusieurs types de condensateurs solides au tantale comportant un substrat de tantale. Dans plusieurs cas, des cavités ou coupelles dans lesquelles la poudre de tantale est dispersée et frittée sont ménagées dans le substrat de tantale. Dans une autre réalisation, un substrat plan de tantale est recouvert par un gabarit en tantale dans lequel la poudre est enfermée. La forme des substrats ou gabarits mentionnés ci-dessus détermine et limite exactement la forme géométrique des pastilles poreuses de tantale ainsi réalisées. Le procédé au gabarit est particulièrement restrictif étant donné que l'épaisseur de ce gabarit détermine avec précision l'épaisseur des pastilles de poudre de tantale et ce gabarit ou bien doit être enlevé avec précaution pour éviter la destruction des pastilles, ou bien doit être mené conservé pendant l'opération de frittage. Les procédés ci-dessus mis en oeuvre avec une poudre placée sur un substrat nécessitent des dépenses spéciales pour l'outillage de chaque modèle de condensateur à réaliser, tout comme les procédés plus classiques à pastille moulée. De plus, les procédés de la technique antérieure tendent à produire une masse de tantale frittée avec une surface lisse. Ainsi, par exemple, l'introduction d'une solution de sel manganéux dans la masse poreuse est réalisée par des procédés parti-

culiers qui s'opposent à la tendance de la solution saline à s'écouler par la surface lisse.

Ces procédés connus conviennent à la réalisation de plusieurs condensateurs au tantale sur le même substrat. Cependant
5 ils sont limités par l'outillage nécessaire en ce qui concerne les dimensions et les intervalles minimaux entre ces condensateurs. Il est souhaitable de réaliser des condensateurs plus petits ayant un produit capacité-tension plus élevé, et moins espacés, pour bénéficier des avantages d'une miniaturisation
10 plus poussée et d'une production plus économique.

La présente invention concerne des condensateurs solides au tantale très miniaturisés permettant l'obtention d'une densité volumique élevée et pouvant être reliés directement ou par
15 des conducteurs et, éventuellement, satisfaire à des conditions très diverses concernant la réalisation de blocs et leur montage.

Elle concerne aussi un procédé de fabrication de condensateurs au tantale à électrolyte solide nécessitant seulement un outillage bon marché et facile à réaliser, permettant l'abais-
20 sement des frais de fabrication.

Plus précisément un procédé de réalisation de condensateurs à électrolyte solide selon l'invention comprend le dépôt par sérigraphie d'une ou plusieurs couches d'un mélange d'une poudre d'un métal pour redresseurs et d'un liant liquide sur la face
25 d'un substrat en même métal pour redresseurs. La couche complexe déposée est frittée sous forme d'une pastille poreuse de métal pour redresseurs, liée par frittage à la face de même métal du substrat. La pastille frittée a une surface rugueuse avec un dessin reproduisant les mailles de l'écran de sérigraphie. Une
30 couche d'oxyde de métal pour redresseurs est formée, un électrolyte solide à base de MnO_2 est appliqué sur la pellicule, puis une contre-électrode est appliquée sur le MnO_2 . De nombreux condensateurs peuvent être réalisés simultanément sur un substrat et ensuite découpés en groupes de un ou plusieurs conden-
35 sateurs. La sérigraphie est utilisée avantageusement pour les opérations de masquage entre les condensateurs élémentaires et

l'application de la contre-électrode. Les écrans constituent la majeure partie de l'outillage nécessaire pour la fabrication, constituant ainsi un outillage relativement peu coûteux et conduisant à une installation de production unifiée et relativement bon marché. Les condensateurs séparés ou multiples réalisés par ce procédé sont représentés avec divers conducteurs de raccordement ou assemblés sans conducteurs, par exemple par un procédé d'application à plat classique sur un substrat de circuits intégrés.

10 L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés nullement limitatifs et sur lesquels :

La figure 1 est une élévation latérale d'un substrat de tantale sur lequel sont déposées des pastilles de tantale;

la figure 2 est une vue en plan de l'ensemble de la figure 1;

la figure 3 est une vue en plan d'un substrat de tantale sur lequel sont formés 16 condensateurs au tantale;

la figure 4 est une coupe à grande échelle d'un condensateur élémentaire selon l'invention;

20 la figure 5 est une vue en plan d'un condensateur polarisé selon l'invention qui a été découpé dans un ensemble comportant un grand nombre de condensateurs semblables et auquel des fils conducteurs sont attachés;

la figure 6a représente un condensateur non polarisé selon 25 l'invention;

la figure 6b représente le condensateur de la figure 6a monté à plat sur une plaquette à circuits imprimés ou un circuit intégré;

la figure 6c représente le condensateur de la figure 6a 30 auquel sont fixées des pattes conductrices;

la figure 7a représente vu par dessus un condensateur polarisé selon l'invention;

la figure 7b représente le condensateur de la figure 7a monté à plat;

35 la figure 7c représente le condensateur de la figure 7a auquel sont fixées des pattes conductrices;

la figure 8 est une coupe d'un boîtier à double rangée contenant les condensateurs de la figure 7c, par le plan 8-8;

la figure 9 représente un boîtier dans lequel un condensateur multiple selon l'invention comporte une connexion d'anode commune;

la figure 10 représente une coupe du condensateur de la figure 9 par le plan 10-10;

la figure 11 représente un boîtier dans lequel un condensateur multiple selon l'invention a une cathode commune; et

la figure 12 représente une coupe du condensateur de la figure 11 par le plan 12-12.

Dans un procédé préféré selon l'invention, on dépose par sérigraphie sur une feuille de tantale une ou plusieurs pastilles épaisses constituées par une encre épaisse contenant de la poudre de tantale. La figure 1 représente une élévation latérale et la figure 2 une vue par dessus d'un substrat 10 de tantale avec des pastilles 11 épaisses déposées dessus.

Une encre pour impression par sérigraphie appropriée est préparée par mélange de poudre de tantale finement divisée avec un liant et si nécessaire un diluant ou solvant, si bien qu'une pastille horizontale épaisse d'encre déposée par sérigraphie ne donne lieu pratiquement à aucun aplanissement ni écoulement au repos, c'est-à-dire en l'absence d'agitation.

La trame ou écran est masqué de façon que l'encre puisse passer à travers certaines parties seulement de cette trame et plus précisément, dans le présent exemple, pour former les pastilles 11. Les 16 pastilles représentées constituent simplement un exemple, étant donné qu'une pastille ou plusieurs milliers de pastilles peuvent être ainsi déposées par sérigraphie sur un seul substrat.

Toutes les pastilles 11 sont représentées avec une surface rugueuse 12 et, en fait, cette rugosité superficielle reproduit le dessin de la trame elle-même. Cette rugosité superficielle est particulièrement avantageuse pour la réalisation de condensateurs solides au tantale comme on le verra, et l'absence d'écoulement permet le dépôt de pastilles d'encre humide dont les dimensions

et les intervalles sont conservés. Cette dernière caractéristique permet un dépôt à densité élevée de petites pastilles qui, dans le cas contraire, pourraient se réunir ou empêcher l'utilisation des intervalles entre pastilles pour d'autres applications.

- 5 Dans le procédé préféré cette encre est déposée par sériographie sur un substrat de tantale en formant une mince couche ayant une épaisseur de l'ordre de 0,1mm. Un courant d'air chaud est dirigé pendant quelques secondes sur la face supérieure de ce substrat et la couche d'encre, provoquant l'évaporation des
- 10 produits volatils de l'encre et solidifiant la couche. Une seconde couche d'encre est imprimée par dessus et superposée exactement à la première couche. On chauffe à nouveau pour solidifier cette seconde couche. Les opérations de dépôt et de chauffage peuvent être répétées autant de fois que nécessaire pour réaliser
- 15 une couche complexe constituée par le mélange solidifié à base de tantale et ayant l'épaisseur désirée. Evidemment une couche peut suffire. On place ensuite le substrat dans un four à vide et fritte les pastilles à une température comprise entre 1550 et 2 000°C. Pendant ce séjour dans le vide à haute température,
- 20 le liant fixant les particules de tantale à l'encre est décomposé et chassé et lesdites particules restent liées entre elles et à la couche sous-jacente de tantale. Cela produit une couche ou pastille très poreuse de tantale liée par frittage au substrat de tantale.
- 25 Le contact avec le substrat est réalisé par un fil ou une patte conducteurs en tantale partant de ce substrat et le substrat et la couche de tantale poreuse sont traités anodiquement par des procédés connus, recouvrant toutes les surfaces de tantale d'une pellicule d'oxyde de tantale. Cet oxyde de tantale
- 30 est le diélectrique du condensateur.

- Après lavage et élimination de l'électrolyte d'anodisation, une couche d'arrêt constituée par exemple par un vernis au silicone ou du "Teflon" (polytétrafluoréthylène - marque déposée de la firme Du Pont, Etats-Unis d'Amérique) est appliquée sur la
- 35 face de tantale oxydé dans les régions comprises entre les pastilles de tantale. Un "Teflon" particulier utilisable est le

"Teflon" Du Pont n° 851-204. De nombreux autres fluorocarbures peuvent convenir.

La figure 3 représente le substrat en tantale 30 avec des portions de la couche d'arrêt, par exemple 33 et 34, entre les pastilles 31. Ce revêtement est de préférence appliqué par séri-
5 graphie puis durci par chauffage. Si l'on sépare ultérieurement par découpage les condensateurs élémentaires, cette couche sert principalement à éviter les courts-circuits entre la connexion anodique sur la face de tantale et le bioxyde de manganèse cons-
10 tituant l'électrolyte solide qui sera appliqué ensuite sur les pastilles de tantale poreux. Le nitrate de manganèse qui est transformé en bioxyde de manganèse ne mouille pas la couche d'arrêt et n'y adhère pas. On peut utiliser d'autres procédés pour appliquer cette couche, par exemple la répartition du maté-
15 riau d'enduction humide à l'aide d'un style, tel que le style type AR21 fabriqué par la firme Wood Regan Instrument Company Nutley, Etats-Unis d'Amérique. Avec ce procédé d'enduction tous les éléments parallèles peuvent être réalisés simultanément en utilisant plusieurs de ces styles jumelés mécaniquement.

20 Le substrat est ensuite maintenu par un bord et plongé dans une solution aqueuse d'un sel manganeux, de préférence le nitrate manganeux. Après retrait, le nitrate manganeux s'écoule facilement des surfaces lisses tout en restant avec une épaisseur appréciable sur les surfaces rugueuses des pastilles de tantale
25 poreux. Ce substrat est placé dans un four porté à une température entre 250 et 450°C, ce qui fait passer tout d'abord le nitrate manganeux à travers les pastilles de tantale poreux et provoque ensuite sa pyrolyse, puis le transforme en bioxyde de manganèse MnO_2 . MnO_2 constitue l'électrode cathodique. Il est
30 de pratique courante de reformer la pellicule d'oxyde de tantale à cet instant.

On dépose du graphite colloïdal sur le bioxyde de manganèse et on peut l'appliquer par impression sélective au tamis à la
35 partie supérieure des pastilles, puis le chauffe pour le solidifier. On applique une pâte, constituée par des particules d'argent maintenues dans un liant acrylique (par exemple: Du Pont

n° 4817), sur ce graphite par impression sélective au tamis ou, en variante, au pinceau. Elle est ensuite chauffée et durcie. Si on le désire, on peut maintenant plonger le substrat dans une soudure d'étain fondu du type 60/40 contenant aussi environ 2% d'argent, à environ 200°C. En variante, on peut appliquer une pâte à souder sur l'argent par sérigraphie et refusion à 200°C. Cet ensemble graphite-argent-soudure n'est qu'une des nombreuses contre-électrodes efficaces qui peuvent être appliquées sur l'électrolyte solide pour former une connexion de condensateur élémentaire. Par exemple, une résine de silicone chargée de particules d'argent peut remplacer la pâte d'argent et de résine acrylique susmentionnée. Evidemment, l'alliage particulier utilisé pour la soudure doit être choisi de façon à satisfaire à diverses conditions, y compris le raccordement par refusion à haute température (par exemple 400°C) des cathodes de condensateur à un circuit intégré formant support.

Il convient de noter en particulier que toutes les opérations de fabrication susmentionnées, qui réalisent une délimitation, peuvent être réalisées par sérigraphie alors que d'autres font intervenir l'immersion ou la submersion. Par conséquent, il suffit d'un outillage peu coûteux et facile à réaliser pour produire des condensateurs simples ou multiples de dimensions, de formes géométriques et de caractéristiques très variées.

Il va de soi que, après l'application de la contre-électrode, chaque pastille de tantale doit être modifiée et transformée en un condensateur élémentaire solide au tantale, tous ces condensateurs ayant une connexion d'anode commune avec la face tantale du substrat.

Les condensateurs élémentaires ainsi formés peuvent maintenant être séparés en condensateurs isolés ou en groupes. Ce résultat est obtenu en découpant ou séparant autrement le substrat de tantale dans les intervalles entre les pastilles, comportant une couche d'arrêt. Des lignes types de coupe sont représentées en pointillé en 36 et 37 sur la figure 3. Le découpage peut être réalisé par un des procédés bien connus de découpage des plaquettes de semi-conducteur. Par exemple la scie abrasive

à fil décrite dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 435 815 s'est avérée efficace. Le découpage au laser convient bien. Ces procédés de découpage et de séparation ne produisent pratiquement aucun déchet de tantale coûteux et conviennent particulièrement bien pour les éléments de petites dimensions et très rapprochés qui caractérisent les condensateurs multiples selon l'invention.

La figure 4 représente une coupe détaillée à grande échelle d'un condensateur élémentaire au tantale. Une pellicule 41 de tantale est déposée sur la face supérieure d'un substrat en céramique 40. A part cela, la vue de détail 4 représente un des condensateurs élémentaires de la figure 3. Une pastille de tantale 42 est représentée liée par frittage à la face tantale du substrat 40. Une pellicule d'oxyde de tantale 43 est représentée sur toutes les régions à découvert de la face tantale 41 et de la pastille poreuse de tantale 43 (y compris toutes ses surfaces interstitielles). Une couche d'arrêt 44 recouvre une partie de l'oxyde de tantale qui est au-dessus de la face tantale du substrat 40. Du bioxyde de manganèse 45 servant d'électrolyte solide recouvre la couche 43 d'oxyde de tantale sauf là où elle est arrêtée par la couche d'arrêt 44. Une contre-électrode constituée par des couches successives de graphite (carbone) 46, argent 47 et soudure 48 est placée au-dessus de l'électrolyte MnO_2 .

La figure 5 représente un condensateur solide au tantale isolé découpé dans un substrat pour condensateurs multiples, tel celui représenté sur la figure 3. Un fil conducteur de cathode 54 est représenté fixé à la contre-électrode du condensateur 51 et un fil conducteur d'anode 55 est fixé à la feuille de tantale 50. Ces conducteurs peuvent être ainsi raccordés avant la séparation des condensateurs élémentaires. On voit que le condensateur de la figure 5 convient particulièrement pour le montage et le raccordement à un circuit intégré hybride dans lequel un procédé normal de liaison par compression à chaud peut être utilisé pour fixer les fils conducteurs 54 et 55 entre le condensateur et le circuit.

La figure 6a représente un groupe de deux condensateurs partageant le même substrat en tantale 60. En réalisant un contact des contre-électrodes 61 et 63 avec respectivement les pastilles 62 et 64 de condensateur, on réalise un condensateur simple non polarisé sans conducteurs. Cet ensemble non polarisé peut être monté après inversion comme l'indique la figure 6b, sans conducteur, à la manière d'un confetti plan, de façon que par exemple la contre-électrode comporte un enduit extérieur de soudure tel que le substrat 60 puisse être appliqué à plat sur les saillies soudables 67 et 68 en face de la couche de soudure sur un circuit intégré hybride 69 et le tout est assemblé par chauffage et refusion de la soudure. En variante, des pattes métalliques 65 et 66 (voir figure 6c) peuvent être fixées respectivement aux contre-électrodes 61 et 63 de façon à réaliser un condensateur non polarisé avec des conducteurs. Ces conducteurs peuvent être fixés par soudure par refusion ou d'autres procédés.

La figure 7a représente un seul condensateur élémentaire 71 sur un substrat 70 en tantale qui comporte une barre métallique 73 de préférence en nickel ou "Kovar" (marque déposée d'un alliage de la Westinghouse Electric Co, Blairsville, Etats-Unis d'Amérique) soudée par points, ou de manière discontinue, au substrat après mise en place des contre-électrodes. Une telle soudure peut être réalisée à travers la couche d'arrêt et la couche d'oxyde de tantale par un procédé de soudure par décharges de condensateur. La barre 73 a de préférence la même épaisseur que le corps de condensateur 72 si bien que le condensateur peut être monté à plat après retournement, comme l'indique la figure 7b, sur un circuit 79 relié aux saillies 77 et 78 sous la forme d'un condensateur sans conducteur appliqué à plat, polarisé. En variante, comme l'indique la figure 7c, des pattes métalliques 75 et 76 peuvent être fixées à la contre-électrode 71 et à la barre 73, respectivement, pour réaliser une liaison conductrice avec ce condensateur.

Il va de soi que des condensateurs simples ou multiples selon l'invention, par exemple ceux des figures 6 et 7, sont

utilisables pour l'incorporation dans un boîtier moulé à composants, tels que le boîtier classique à double rangée qui est utilisé couramment pour le montage des plaquettes de circuits imprimés. La figure 8 représente une vue de côté en coupe, par le plan 8-8, d'un tel boîtier dans lequel une matière plastique 80 enrobe le corps du condensateur de la figure 7 et une partie des pattes conductrices. Les pattes conductrices 75 et 76 peuvent être réalisées à partir d'une pièce faisant partie d'un ensemble classique de conducteurs auquel les condensateurs selon l'invention ainsi que d'autres composants sont en général soudés, brasés ou reliés d'une autre manière avant l'enrobage.

D'autres boîtiers à double rangée peuvent être réalisés avec des condensateurs selon l'invention de manière que ces condensateurs puissent être raccordés par une borne positive commune ou une borne négative commune. La figure 9 représente un boîtier dans lequel 12 condensateurs 91 séparés ont des contacts constitués par deux pattes métalliques 93, qui sont reliés à la face tantale 90 d'un substrat et qui eux-mêmes sont communs à toutes les pastilles de tantale, créant ainsi un ensemble de condensateurs avec un pôle positif commun. Une patte en métal 92 est fixée à la contre-électrode de chaque condensateur, réalisant ainsi des connexions séparées au pôle négatif. La figure 10 représente une coupe par le plan 10-10 du boîtier de la figure 9 avec enrobage par une matière plastique isolante 94.

Bien que les condensateurs décrits ci-dessus et les procédés pour les réaliser utilisent un substrat en tantale, d'autres matériaux pour substrat, comme l'alumine pure à 99,5% sur une face de laquelle une mince couche de tantale est déposée par pulvérisation, conviennent. Cette alumine très pure peut résister à des températures de frittage d'environ 1600°C sans nuire à la qualité de l'anode de tantale. Si l'on utilise un substrat d'alumine pour la réalisation de condensateurs selon la présente invention, il convient d'utiliser le procédé classique de tracé et de séparation en corps de condensateur séparés.

Pour réaliser un boîtier à double rangée avec plusieurs condensateurs comportant un pôle négatif commun, on peut utiliser

un substrat d'alumine du type décrit ci-dessus. Après la réalisation des condensateurs selon l'invention, ces condensateurs peuvent être séparés mais fixés sur le même substrat par vaporisation de la couche de tantale entre les condensateurs. On
5 peut utiliser par exemple un faisceau laser pour vaporiser le tantale sans découper le substrat de céramique. La figure 11 représente un boîtier à double rangée de ce type. La couche de tantale 110 déposée sur le substrat en céramique 115 a été vaporisée sélectivement pour isoler chaque condensateur 111 séparé. Une connexion individuelle au pôle positif est réalisée
10 par des pattes métalliques séparées 112 et une connexion commune aux contre-électrodes négatives est réalisée par la pièce métallique 113 qui est fixée par soudage ou d'autres moyens à chaque condensateur 111. Le tout est enrobé par une matière
15 plastique 114 et est représenté par la coupe par le plan 12-12 de la figure 12.

Les petites dimensions et les intervalles étroits nécessaires pour les condensateurs destinés aux boîtiers à double rangée sont facilement réalisés grâce à la présente invention et
20 la géométrie planaire compatible rend cette combinaison particulièrement intéressante. De nombreuses combinaisons et variantes, outre celles décrites ci-dessus, sont possibles pour les boîtiers à double rangée et analogues.

Les armatures des condensateurs multiples sont réalisées sur
25 un substrat de tantale de 0,127mm d'épaisseur mesurant 4,775mm sur 19,05 mm, spécialement étudiées pour un assemblage direct dans des boîtiers classiques à double rangée à 16 files. On prépare une encre constituée par un mélange homogène de 85% en poids de poudre de tantale en particules de dimensions comprises entre
30 3 et 10 μ , 2,5 % d'un liant tel que l'"Elvacite" constitué par un polyméthacrylate d'isobutyle (ELVACITE est une marque déposée de la firme Du Pont, Wilmington, Etats-Unis d'Amérique) et 12,5% d'un solvant qui est un éther butylique du glycol (n-butyl-"Cellosolve" vendu par Union Carbide Co). D'autres métaux pour redresseurs que le tantale, tels que l'aluminium ou le titane, conviennent également à condition que le substrat ait une face

constituée par le même métal. Un tamis à mailles de $74\text{ }\mu$ avec des fils d'acier inoxydable de $40,6\text{ }\mu$ de diamètre et un cache d'impression par transfert de $25,4\text{ }\mu$ d'épaisseur sont utilisés. Un pistolet à air chaud est utilisé pour solidifier chaque couche déposée avant que la couche suivante soit déposée par sérigraphie. On admet que la surface rugueuse de la couche complexe obtenue réduit l'importance des opérations nécessaires concernant le nitrate manganéux et la pyrolyse d'au moins 20% par rapport à celle nécessaire pour une surface lisse. En outre, l'adhérence des matières de la contre-électrode est nettement améliorée. Les pastilles de chaque condensateur élémentaire au tantale ainsi obtenues ont environ $0,5\text{ mm}$ d'épaisseur et leurs dimensions latérales sont $2,235\text{ mm} \times 1,702\text{ mm}$, avec des intervalles d'environ $0,5\text{ mm}$ entre les pastilles. Chacun des 14 condensateurs élémentaires sur une plaque a une capacité de $4,7\text{ }\mu\text{F}$ avec une tension de service de 6 V . Sur une autre plaque, tous les condensateurs étaient de $1,2\text{ }\mu\text{F}$ avec une tension de 20 V . Si l'on considère la tension d'anodisation, le calcul du produit résultant ($\mu\text{F} \times \text{V}$) pour chaque condensateur élémentaire donne environ $70\text{ }\mu\text{F.V.}$

On peut montrer à partir de ces résultats que les condensateurs selon l'invention ont un produit d'environ $36\text{ }600\text{ }\mu\text{F.V./cm}^3$ qui est directement comparable au coefficient de qualité obtenu normalement par les procédés classiques consistant à tasser la poudre de tantale dans un moule et à former ensuite l'oxyde de tantale isolant et la contre-électrode. Ce résultat est surprenant et parfaitement inattendu. On admet qu'en opérant par sérigraphie, le tassement de l'encre et du tantale est réalisé par la pression de la raclette utilisée et par la pression de la trame elle-même déformée vers le bas, provoquant une augmentation de la densité de la poudre de tantale au-dessous du tamis, laissant à la partie supérieure une couche de solvant purifiée qui est chassée par le chauffage ultérieur. La surface rugueuse résultante de la partie frittée de tantale, qui correspond à la forme du tamis, confirme cette théorie. Il va de soi que d'autres facteurs peuvent être à l'origine de ces résultats

étonnants, et la théorie suggérée n'est pas considérée comme essentielle pour l'invention.

Il va de soi que la présente invention n'a été décrite qu'à titre indicatif, mais nullement limitatif, et qu'elle est
5 susceptible de diverses variantes sans sortir de son cadre.

REVENDEICATIONS

1 - Procédé de réalisation d'un condensateur à électrolyte solide, caractérisé en ce qu'il comprend la préparation d'un mélange constitué par une poudre finement divisée d'un métal pour redresseurs et d'un liant, et destiné à former une couche horizontale épaisse d'encre qui ne coule pas en l'absence d'agitation, le dépôt par sérigraphie d'une ou plusieurs couches successives formant une couche complexe dudit mélange sur un substrat, la couche complexe ayant une surface extérieure rugueuse reproduisant la forme de l'écran utilisé, le substrat comportant au moins une face en métal pour redresseurs qui constitue la connexion d'anode du condensateur, le chauffage destiné à solidifier les couches ainsi déposées après chaque opération de dépôt par sérigraphie et le frittage de la couche complexe ainsi déposée à une température comprise entre 1550 et 2 000°C, de manière que la couche complexe forme une pastille de métal poreux pour redresseurs, liée par frittage à la face dudit métal pour redresseurs.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend la formation par électrolyse d'une pellicule d'oxyde de métal pour redresseurs sur toutes les régions à découvrir de la face en métal pour redresseurs et la pastille poreuse de ce dernier métal, l'immersion du substrat et de la pastille de métal pour redresseurs dans une solution aqueuse d'un sel manganéux, le retrait du substrat de la solution du sel, le chauffage de la pastille et de la solution saline adhérent à celle-ci de manière que le sel traverse la pastille poreuse et se transforme en bioxyde de manganèse par pyrolyse et l'application sur la couche complexe d'une contre-électrode conductrice destinée à former une connexion de cathode.

3 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le mélange est préparé par combinaison sous forme homogène de poudre de métal pour redresseurs finement divisée ayant des particules de dimensions comprises entre 3 et 10 μ , le liant est du polyméthacrylate d'isobutyle et le véhicule est un éther butylique du glycol, les proportions pondérales de mélange sont

d'environ, respectivement, 85%, 2,5% et 12,5%.

4 - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite application de ladite contre-électrode est réalisée au moins en partie par sérigraphie.

5 5 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'écran est partiellement masqué de manière que le mélange soit déposé sélectivement à travers certaines régions prédéterminées de l'écran, et en ce que l'impression par sérigraphie comprend le dépôt simultané de deux ou plusieurs couches poreuses complexes sur la face en métal pour redresseurs de façon que chacune des couches complexes devienne l'anode d'un condensateur séparé.

10 6 - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend une opération de dépôt sélectif par sérigraphie d'une couche d'arrêt sur les parties de la face oxydée en métal pour redresseurs situées entre les pastilles séparées.

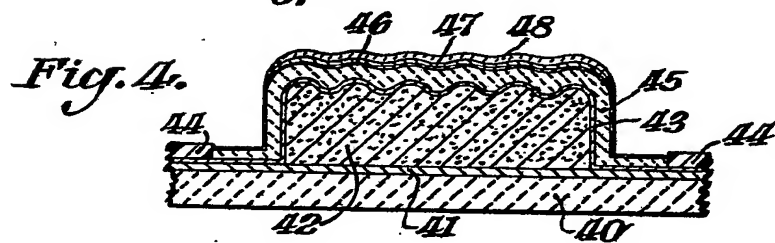
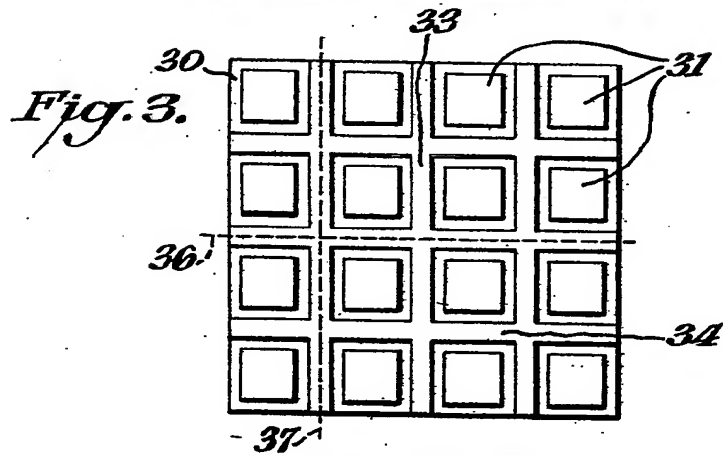
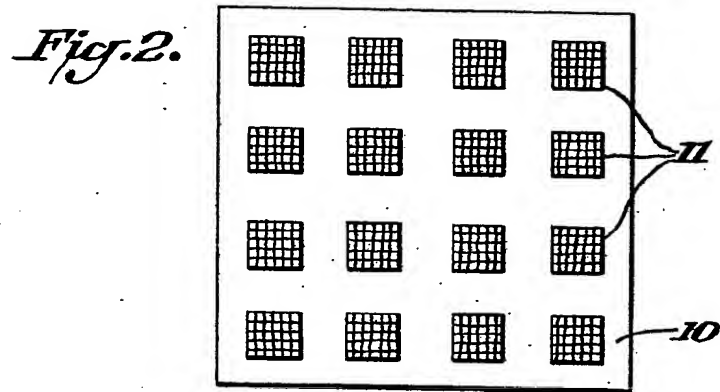
15 7 - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend un dépôt sélectif d'une couche d'arrêt sur les parties de la face oxydée en métal pour redresseurs situées entre les pastilles séparées, par voie humide.

20 8 - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le substrat est une base en céramique sur laquelle une couche du métal pour redresseurs est déposée, le procédé comprenant une opération de séparation mécanique des condensateurs séparés par vaporisation de la couche de métal pour redresseurs dans les régions comprises entre les pastilles, à l'aide d'un faisceau laser.

25 9 - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le substrat est constitué par une base de céramique sur laquelle est déposée une couche de métal pour redresseurs, et il comprend une opération de séparation mécanique des groupes de condensateurs séparés par un procédé classique de tracé et de séparation, dans lequel chacun des groupes comprend un ou plusieurs des condensateurs séparés.

30 10 - Condensateur à électrolyte solide, caractérisé en ce qu'il comprend un substrat, ayant au moins une face en un métal pour redresseurs, formant la connexion anodique du condensateur,

- une pastille poreuse du métal pour redresseurs déposée par sérigraphie et liée par frittage à la face en métal pour redresseurs, la pastille comportant une surface extérieure rugueuse reproduisant la forme de l'écran de sérigraphie, une couche
- 5 d'oxyde de métal pour redresseurs formée sur les parties découvert de la face en métal pour redresseurs et de la pastille en même métal, du bioxyde de manganèse constituant un électrolyte solide, ayant traversé la pastille de métal pour redresseurs et étant en contact avec la couche d'oxyde du métal pour
- 10 redresseurs et une contre-électrode étant placée sur l'électrolyte et formant la connexion de cathode du condensateur.



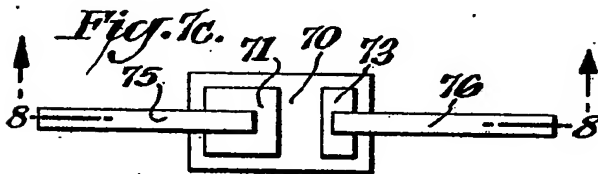
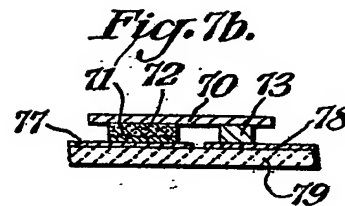
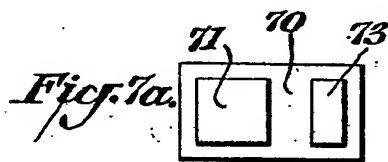
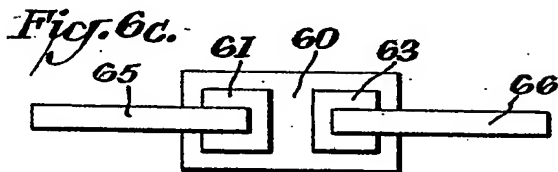
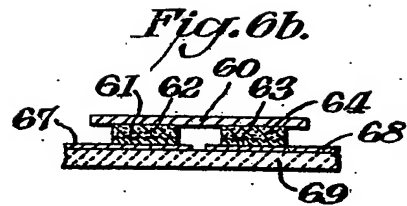
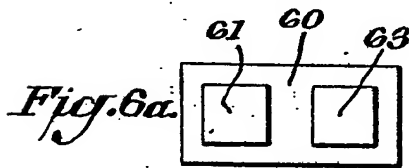
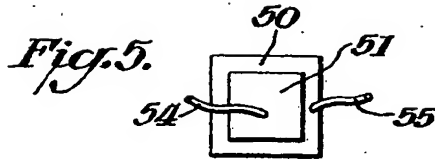


Fig. 9.

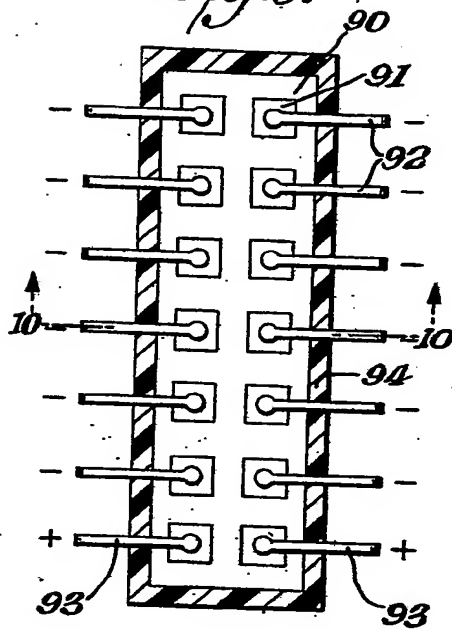


Fig. 11.

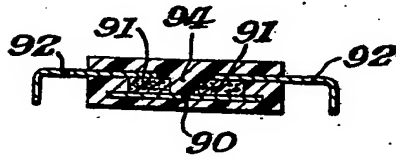
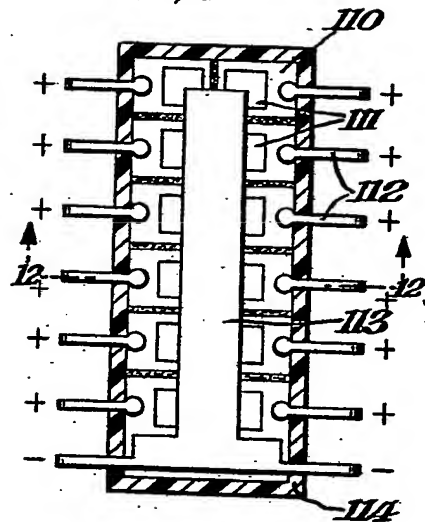


Fig. 10.

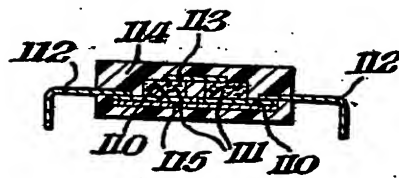


Fig. 12.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.